

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-169394

(43)Date of publication of application : 29.06.1999

(51)Int.Cl. A61F 2/70

(21)Application number : 09-344818

(71)Applicant : KANEFUJI KEIICHI
TAKASHIMA SAZUKU
KANEKA MEDIX:KK

(22)Date of filing : 15.12.1997

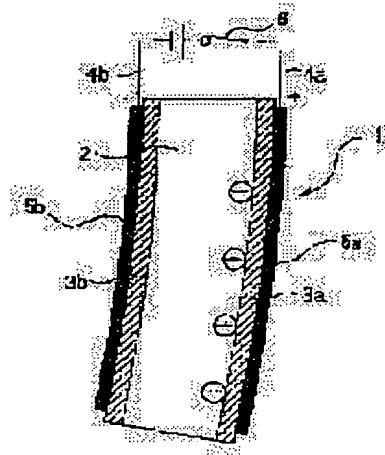
(72)Inventor : KANEFUJI KEIICHI
TAKASHIMA SAZUKU
SEWA SHINGO

(54) ARTIFICIAL MUSCLE BODY HAVING METAL ELECTRODE ON SURFACE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an artificial muscle body which achieves excellent softness and a larger displacement along with a light weight and a quick response.

SOLUTION: This artificial muscle body 1 is made up of an elongated rectangular plate-shaped solid electrolytic molded body 2, polyaniline membrane bodies 3a and 3b formed being mutually insulated on the surface of the solid electrolytic molded body 2 and metal electrodes 4a and 4b formed on the polyaniline membrane bodies 3a and 3b. In this case, a voltage is applied to the pair of metal electrodes 4a and 4b so that the polyaniline membrane bodies are deformed to allow free deformation of the artificial muscle body in any specified direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-169394

(43)公開日 平成11年(1999) 6月29日

(51)Int.Cl.⁸

A 6 1 F 2/70

識別記号

F I

A 6 1 F 2/70

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-344818

(22)出願日 平成9年(1997)12月15日

(71)出願人 597174621

金藤 敬一

福岡県福岡市早良区高取1-13-11-403

(71)出願人 597174632

高嶋 授

福岡県飯塚市川津680-4

(71)出願人 394003265

株式会社カネカメディックス

大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号

(72)発明者 金 藤 敬 一

福岡県福岡市早良区高取1-13-11-403

(74)代理人 弁理士 鈴木 俊一郎

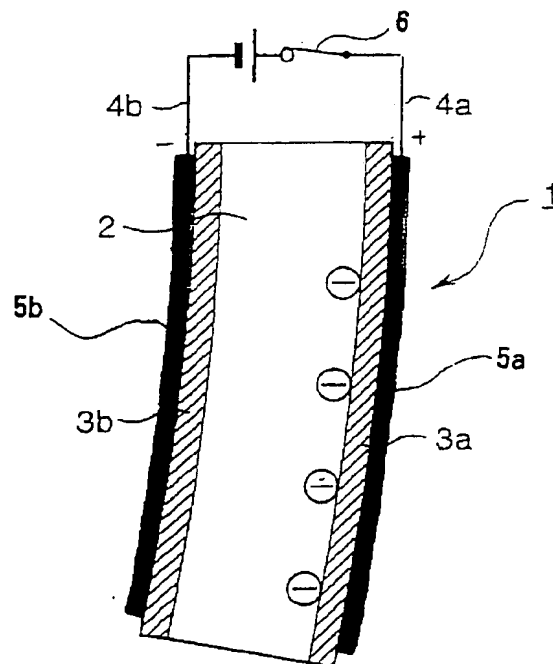
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属電極を表面に有する人工筋肉体

(57)【要約】

【課題】 柔軟性に優れ、かつ軽量で、応答が早く、変位量の大きな人工筋肉体を提供する。

【解決手段】 細長い矩形平板状の固体電解質成形体2と、該固体電解質成形体の表面に相互に絶縁状態で形成されたポリアニリン膜体3a,3bと、ポリアニリン膜体上に形成された金属電極4a,4bとから人工筋肉体を構成し、この一对の金属電極4a,4bに電圧を印加することにより、ポリアニリン膜体を変形させて、人工筋肉体を所定方向に変形自在となるように構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】固体電解質成形体と、該固体電解質成形体の表面に相互に絶縁状態で形成されたポリアニリン膜体と、ポリアニリン膜体上に形成された金属電極とから構成される人工筋肉体であって、前記金属電極間に電位差をかけることにより前記ポリアニリン膜体を変形させて、人工筋肉体を所定方向に変形自在となるように構成したことを特徴とする人工筋肉体。

【請求項2】前記金属電極が、金電極または白金電極であることを特徴とする請求項1に記載の人工筋肉体。

【請求項3】前記ポリアニリン膜体が、ポリアニリンをビニルスルホンでグラフト変性した変性ポリアニリン重合体を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の人工筋肉体。

【請求項4】前記ポリアニリン膜体が固体電解質を含むポリアニリン膜体であることを特徴とする請求項1～3のいずれに記載の人工筋肉体。

【請求項5】前記固体電解質成形体が、陰イオン交換樹脂成形体であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の人工筋肉体。

【請求項6】前記ポリアニリン膜体が、複数対のポリアニリン膜体からなることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の人工筋肉体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】本発明は、人工筋肉体に関し、より詳細には柔軟で、低い電圧で駆動でき、収縮力が大きく、位置保持が可能なポリアニリン膜体を含む人工筋肉体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、人工筋肉体としては、高分子ゲル、導電性高分子などの高分子、強誘電体、シリコン、形状記憶合金などを材料として、電気、熱、光などの刺激により変形する静電引力型アクチュエータ、圧電型アクチュエータ、超音波式アクチュエータ、形状記憶合金式アクチュエータ、イオン交換樹脂型アクチュエータなどが知られている。

【0003】たとえば、イオン交換樹脂型アクチュエータは、イオン交換樹脂膜とそのイオン交換樹脂膜の両面に接合した電極とからなり、イオン交換樹脂膜の含水状態においてイオン交換樹脂膜に電位差をかけてイオン交換樹脂膜に湾曲および変形を生じさせるものである。

（特開平4-275078号公報参照）。

【0004】ところで、直接人体に触れる医用機器では、組織を傷つけない柔軟な材料からなるアクチュエータが要求され、とくに、義足、義手、人工器官などの人工筋肉には、より軽量で、柔軟な動きをするアクチュエータが望まれている。

【0005】このような軽量で、柔軟な動きをするアク

チュエータとして、導電性高分子であるポリアニリンを用いる試みが提案されている（応用物理第65巻第8号第803～810頁参照）。このポリアニリンを使用したアクチュエータは、たとえば2枚のポリアニリンフィルムを粘着テープの両面に貼り合わせた3層構造であり、電解液中で、両側のフィルムに1.5Vの電圧をかけると、正極側のフィルムが伸び、陰極側のフィルムが収縮して、アクチュエータが湾曲するものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなポリアニリンは導電性高分子であるものの、電極としての導電性が不充分であるという問題があった。このため、たとえばポリアニリンフィルムに白金リード線を接合させて電位をかけると、ポリアニリンの電気抵抗により、先端部の電圧が降下して、応答性が低下し、変位量が小さくなるという欠点があった。

【0007】本発明は、上記のような従来技術に伴う問題点を解決しようとするものであって、応答が早く、変位量の大きな人工筋肉体を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述したような従来技術における課題および目的を達成するために発明されたものであって、本発明に係る人工筋肉体は、固体電解質成形体と、該固体電解質成形体の表面に相互に絶縁状態で形成されたポリアニリン膜体と、該ポリアニリン膜体上に形成された金属電極とから構成され、前記金属電極間に電位差をかけることにより前記ポリアニリン膜を変形させて、人工筋肉体を所定方向に変形自在となるように構成したことを特徴とするものである。このように構成することによって、ポリアニリン膜体全体に等しい電位をかけることできるので、応答が早く、変位量の大きな人工筋肉体を得ることができる。

【0009】また、上記人工筋肉体においては、前記金属電極が、金電極または白金電極であることが好ましい。このように金電極または白金電極が形成されていると、さらに変位量が大きく、応答性の大きい人工筋肉体を得ることができる。

【0010】さらに、上記人工筋肉体においては、ポリアニリン膜体がポリアニリンをビニルスルホンでグラフト変性した変性ポリアニリン重合体を含んでいることが好ましい。このようにポリアニリン膜が変性ポリアニリン重合体を含むことによって、ポリアニリン膜への陰イオンの出し入れが円滑に進むため、さらに変位量が大きく、応答性の速い人工筋肉体を得られる。

【0011】さらにまた上記人工筋肉体においては、固体電解質成形体が、陰イオン交換樹脂成形体であることが好ましい。このように固体電解質成形体が、陰イオン交換樹脂成形体であると、人工筋肉体の変形の際、ポリアニリン膜の変形と同じ方向に陰イオン交換樹脂成形体

も変形するので、さらに変位量の大きな人工筋肉体が得られる。

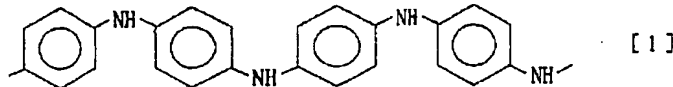
【0012】また、上記人工筋肉体においては、前記ポリアニリン膜体が、複数対のポリアニリン膜体からなることが好ましい。このように複数対のポリアニリン膜体から構成されると、任意の方向に変形し、回転が可能な人工筋肉体を得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（実施例）について図面に基づいてより詳細に説明する。

【0014】図1および図2は、本発明に係る人工筋肉体の最適な実施例を示す概略断面図である。この実施例において、人工筋肉体1は、細長い矩形平板状の固体電解質成形体2と、該固体電解質成形体2の両面に相互に絶縁状態で形成された一対のポリアニリン膜体3a、3bと、該ポリアニリン膜体上に形成された金属電極4a、4bとから構成され、この一対の金属電極4a、4b間に電圧を印加することにより、ポリアニリン膜体変形して人工筋肉体1が湾曲変形（屈曲）するようになっている。

【0015】この金属電極4a、4bには、一対のリード線5a、5bの一端がそれぞれ電氣的に接続されている*



【0019】このようなポリアニリンは、アニリンを塩酸に溶解した水溶液にペルオキソ二硫酸アンモニウムを添加し、アニリンを重合することによって得ることができる。

【0020】また、本発明に係るポリアニリン膜体は、上記一般式[1]で表されるポリアニリンにビニルスルホン酸がグラフト共重合した変性ポリアニリン重合体であってもよい。なお、ビニルスルホン酸は、Na、Kなどの塩化合物、エステル化合物などの誘導体であってもよい。このようなグラフト共重合は、ポリアニリンに電子線を照射したのち、該ポリアニリンをビニルスルホン酸水溶液に浸漬することによって行うことができる。さらにまた、上記一般式[1]で表されるポリアニリンには、ビニルスルホン酸以外にポリアクリル酸がグラフト共重合されていてもよい。

【0021】さらにまた、ポリアニリン膜体3a、3bは、固体電解質が配合されたものであってもよい。固体電解質としては、固体電解質成形体2を構成する固体電解質と同様のものが例示され、このような固体電解質は、固体電解質成形体2に使用されるものと同一のものであっても、異なるものであってもよい。

【0022】ポリアニリン膜体中の固体電解質は、ポリアニリン100重量部に対し、固体電解質が0.1～20重量部、好ましくは0.5～5重量部の量で含まれていることが望ましい。

*るとともに、この各リード線5a、5bは、電源6に接続されている。

【0016】固体電解質成形体2としては、上記矩形平板状に限定されるものではなく、例えば膜状、円柱状、円筒状などであってもよい。このような固体電解質成形体2を構成する固体電解質としては、陰イオン交換樹脂、陽イオン交換樹脂、両イオン交換樹脂などが挙げられる。陽イオン交換樹脂としては、ポリエチレン、ポリスチレン、フッ素樹脂などの表面にスルホン酸基、カルボキシル基などの官能基が導入されたものが使用される。陰イオン交換樹脂としては、ポリエチレン、ポリスチレン、フッ素樹脂などの表面にアミノ基などの官能基が導入されたものが使用される。このうち、本発明では、陰イオン交換樹脂が好適に使用される。このような陰イオン交換樹脂を使用すると、後述するような理由で、人工筋肉体変形時にポリアニリン膜体に変形と同じ方向に陰イオン交換樹脂が変形するため、人工筋肉体の変位量および変位力を大きくすることができる。

【0017】ポリアニリン膜体3a、3bは、下記一般式[1]で表されるポリアニリンからなる。

【0018】

【化1】

【0023】このような固体電解質のポリアニリンへの配合は、ポリアニリンの溶解液に、固体電解質の溶解液を添加し、混合したのち、乾燥して、溶剤を除去することによって行うことができる。なお、ポリアニリンを溶解する溶剤としては、通常、n-メチルピロリドンなどが使用される。また、固体電解質を溶解する溶剤としては、アルコールが使用される。

【0024】固体電解質は、ポリアニリン中に均一に分散していることが人工筋肉体の変位量を大きくすることができるので望ましく、また、このようにポリアニリン中に固体電解質が配合されていると、剛性が低く、柔軟性に優れた人工筋肉体を得ることができる。

【0025】このようなポリアニリン膜体3a、3bは、固体電解質成形体2表面に固体電解質をアルコールなどの溶剤に溶解したものを塗布し、該塗布面にポリアニリン膜体を貼着させることによって接合される。また、固体電解質をアルコールなどの溶剤に溶解したものを塗布して形成した固体電解質層を有する固体電解質成形体2を、ポリアニリンが溶解した液に浸漬したのち、取り出し、乾燥することによって、ポリアニリン膜体を固体電解質成形体2に接合することもできる。

【0026】ポリアニリン膜体3a、3b上に形成された金属電極4a、4bとしては、金電極または白金電極が好ましい。このような金属電極は、化学めっき、電気めっき、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着

など従来公知に方法によって形成することができる。

【0027】リード線5a, 5bの材質としては、銅、鉄、アルミニウム、金、白金などの一般的に導電性の材料を利用することが可能であり、必要に応じて、めっきまたは絶縁被覆を施すことができる。

【0028】この実施例においては、固体電解質成形体2として、厚さ0.15mm、幅2mm、長さ30mmの固体電解質成形体を使用し、この両面に厚さ5~25 μ mのポリアニリン膜体が接合された人工筋肉体を構成するとともに、電源6として1.5Vの直流電源を使用してい

る。
【0029】このような人工筋肉体の作動原理は明確ではないが、金属電極4a, 4bに電位差がかかることで、図2に示すように固体電解質成形体2中の陰イオンが、陰極側ポリアニリン膜体3bから陽極側ポリアニリン膜体3aに移動して、陽極側ポリアニリンの高分子鎖に陰イオンが挿入され、陽極側ポリアニリンは高分子鎖の高が増大しているものと推定される。また、陽極側ポリアニリンの高分子鎖に陰イオンが挿入されることによって、陽極側ポリアニリン分子内の静電反発力が増大し、さらに π 電子の非局在化によって屈曲した高分子鎖を剛直にする構造変化が起きているものと推定される。このような原理により、陽極側のポリアニリンが伸長し、陰極側のポリアニリンが縮小して、人工筋肉体が湾曲していると考えられる（応用物理 第65巻 第8号 第803~810頁参照）。

【0030】また、ポリアニリンにビニルスルホン酸でグラフトされていると、グラフト鎖によって陰イオンの出し入れが円滑に進み、かつグラフト変性によって重合体分子が高くなるため、人工筋肉体の変位力が大きく、応答性が速くなると推定される。

【0031】また、固体電解質成形体2として、陰イオン交換樹脂成形体を使用されている場合、陰イオン交換樹脂中の陰イオンが陽極側に移動し、かつ、この陰イオンに伴われて水分子が陰イオン交換樹脂内で移動するため、陰イオン交換樹脂の陽極側と陰極側との間に水分量の差が生じ、含水率の高い陽極側が膨潤し、含水率に低い陰極側が収縮することによって、陰イオン交換樹脂も湾曲しているものと考えられる。このため、固体電解質成形体2として、陰イオン交換樹脂を使用すると、ポリアニリン膜体3a, 3bの変形方向と陰イオン交換樹脂の変形方向とが同じ方向となるので、両作用が相乗して変形が促進され、高い変位力の誘導体が得られる。

【0032】以上のような本発明に係る人工筋肉体は、通常、固体電解質成形体が含水している状態で使用される。このとき、水中にはNaClなどの電解質が存在していてもよい。このような電解質を存在させることにより、人工筋肉体の変位特性を安定化することができる。また、固体電解質が含水状態にあれば、電解質がポリアニリン膜体の回りに存在していない純水中、空気中であ

っても、人工筋肉体を作動することができる。

【0033】また、このような本発明に係る人工筋肉体は、一定の電圧をかけている間はポリアニリンが伸縮しているので、変位を固定することができる。

【0034】

【発明の効果】本発明は上記のような構成であるので、均一にポリアニリン膜体全体に等しい電位をかけることが可能であり、このため応答が早く、変位量の大きな人工筋肉体を得ることができる。

【0035】したがって、本発明に係る人工筋肉体をマイクロデバイスの案内部材本体の先端部に接合すると、操作制御部による操作によって、任意かつ積極的に湾曲（変形）させることができるので、案内部材本体の先端部に接続した、ハサミ、鉗子、スネア、レーザーメス、スパチュラなどのマイクロサージェリーの医療器具、各種センサー、工具などのマイクロデバイスの誘導性能を向上することができ、これによって、目的部位へ任意の方向に向けることができ、その操作が熟練を要することなく、迅速かつ容易に行うことができる。

【0036】従って、このようなマイクロデバイスおよびそれを備えたマイクロマシンを、例えば、眼球手術、腹腔鏡下手術、微少血管縫合手術などのマイクロサージェリー技術においてピンセット、ハサミ、鉗子、スネア、レーザーメス、スパチュラ、クリップなどの医療器具に適用すれば、検査や治療時における患者に与える苦痛を極力和らげ、患者に対する肉体的、精神的負担を低減することができる。

【0037】また、このようなマイクロデバイスおよびそれを備えたマイクロマシンを、発電設備等のプラント、航空機エンジン等の機械システムの配管系統やエンジン内部等の検査、補修等を行う各種センサーや、補修用工具などに適用すれば、補修作業に手間や時間を要せず、確実に行うことが可能となる。

【0038】また、本発明に係る人工筋肉体は、上記以外に、高周波振動によるマイクロポンプ、リハビリ用補助動力マッサージ器などの健康器具、湿度計、湿度計コントロール装置、ソフトマニピュレーター、水中バルブ、ソフト運搬装置などの工業用機器、金魚および海草などの水中モビル、動く釣り餌および推進ヒレなどのホビー用品などにも好適に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の人工筋肉体の電圧無印加状態の概略断面図である。

【図2】本発明の人工筋肉体の電圧印加状態の概略断面図である。

【符号の説明】

1……人工筋肉体

2……固体電解質成形体

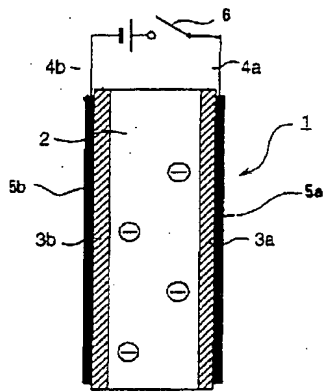
3a, 3b……ポリアニリン膜体

4a, 4b……金属電極

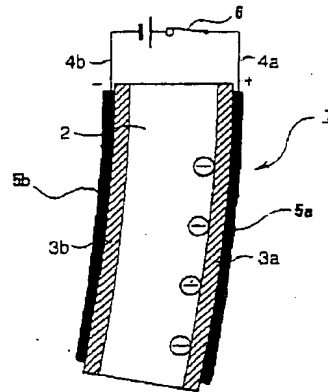
5a、5b……リード線

* * 6……電源

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 高 嶋 授
福岡県飯塚市川津680-4

(72)発明者 瀬 和 信 吾
神奈川県足柄上郡中井町井ノ口2806-4